

Determinação dos níveis de dano econômico e de controle para *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro para processamento industrial





***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Hortaliças  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
241**

Determinação dos níveis de dano econômico e de controle para *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro para processamento industrial

*Miguel Michereff Filho  
Nayara Cristina de Magalhães Sousa  
Paloma Alves da Silva  
Patrícia Santos da Silva  
Antônio Williams Moita  
Jorge Braz Torres*

Exemplares desta publicação  
podem ser adquiridos na

**Embrapa Hortaliças**

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70.275-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Hortaliças

Presidente

*Henrique Martins Gianvecchio Carvalho*

Editora Técnica

*Flávia M. V. Clemente*

Secretária

*Clidineia Inez do Nascimento*

Membros

*Geovani Bernardo Amaro*

*Lucimeire Pilon*

*Raphael Augusto de Castro e Melo*

*Carlos Alberto Lopes*

*Marçal Henrique Amici Jorge*

*Alexandre Augusto de Moraes*

*Giovani Olegário da Silva*

*Francisco Herbeth Costa dos Santos*

*Caroline Jácome Costa*

*Iriani Rodrigues Maldonade*

*Francisco Vilela Resende*

*Italo Moraes Rocha Guedes*

Normalização Bibliográfica

*Antonia Veras de Souza*

Projeto gráfico da coleção

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica

*André L. Garcia*

Imagem da capa

*Moises Lopes Fernandes*

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Hortaliças

Determinação dos níveis de dano econômico e de controle para *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro para processamento industrial / Miguel Michereff Filho ... [et al.].

- Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021.

30 p. : il. color. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 241).

1. *Solanum lycopersicum*. 2. Lagarta. 3. Rendimento. 4. Inseticida. I. Michereff Filho, Miguel. II. Embrapa Hortaliças. III. Série.

CDD 635.642

# Sumário

---

Resumo ..... 7

Abstract ..... 9

Introdução..... 11

Material e Métodos ..... 13

Resultados e Discussão ..... 17

Conclusão..... 23

Referências ..... 24



# Determinação dos níveis de dano econômico e de controle para *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro para processamento industrial

Miguel Michereff Filho<sup>1</sup>

Nayara Cristina de Magalhães Sousa<sup>2</sup>

Paloma Alves da Silva<sup>3</sup>

Patrícia Santos da Silva<sup>4</sup>

Antônio Williams Moita<sup>5</sup>

Jorge Braz Torres<sup>6</sup>

**Resumo** – O tomateiro é hospedeiro de várias espécies de pragas, com recente destaque no Brasil para *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). A determinação do nível de dano econômico (NDE) e do nível de controle (NC) é fundamental para o sucesso do manejo integrado desta praga. Neste trabalho foram geradas estimativas do NDE e do NC para *H. armigera* em cultivo de tomateiro para processamento industrial, nas condições do Planalto Central brasileiro. Para determinação destes parâmetros de tomada de decisão considerou-se a redução de produtividade ocasionada por uma lagarta, o custo de controle a partir do uso de inseticidas químicos e biológicos, a taxa de redução da população da praga pela adoção de controle, a produtividade média de tomate e o valor da cultura em três diferentes cenários de valores pagos pelo tomate industrial nas safras de 2017 e 2018, na região de Cristalina, GO, Brasil. Os inseticidas contendo *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*, baculovirus HaNPV, clorfenapir e flubendiamida propiciaram mortalidade superior a 87% em lagartas de segundo ínstar de *H. armigera*, com custo médio de aplicação de R\$ 145,00 ha<sup>-1</sup>. O NDE foi

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>2</sup> Bióloga, Doutoranda em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

<sup>3</sup> Engenheira-agrônoma, Estagiária na Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>4</sup> Engenheira-agrônoma, Bolsista FAPDF, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>5</sup> Matemático, Mestre em Estatística e Experimentação Agronômica, Pesquisador aposentado da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

<sup>6</sup> Engenheiro-agrônomo, Doutor em Entomologia, Professor do Departamento de Agronomia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

estimado entre 1,41 e 2,58 lagartas metro linear<sup>-1</sup>, enquanto o NC variou de 1,12 a 2,06 lagartas metro linear<sup>-1</sup>. Com base nesses resultados verificou-se que, mesmo em baixa infestação há impacto significativo de *H. armigera* na produção de tomate, o que reforça a importância do estabelecimento do NDE e da adoção do monitoramento da praga para uma adequada tomada de decisão de controle.

**Palavras-chaves:** Heliothinae, MIP, inseticidas, decisão de controle, *Solanum lycopersicum*.



## Determination of economic injury and control levels for *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in processing tomato

**Abstract** – Tomato plants host several herbivores, including the key pest species *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), recently introduced into Brazil. The establishment of economic injury level (EIL) and economic threshold (ET) are core steps towards establishing its integrated pest management successfully. Thus, the numeric estimates of EIL/ET for *H. armigera* larvae on processing tomato were determined, considering conditions of Central Brazil. To determine these parameters to decision-making, it was considered the tomato productivity losses caused by one caterpillar, the chemical and biological insecticides management costs, the reduction rate of the insect population caused by the adoption of control, the average productivity of tomato and the mean market value of the culture in three different scenarios of values paid for processing tomato during 2017 and 2018 harvests, in the region of Cristalina, GO, Brazil. The insecticides containing *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*, baculovirus HaNPV, chlorfenapyr and flubendiamide provided mortality over 87% in second instar larvae, with an average cost application of R\$ 145.00 ha<sup>-1</sup>. The EIL was estimated between 1.41 and 2.58 larvae linear meter<sup>-1</sup>, while the ET ranged from 1.12 to 2.06 larvae linear meter<sup>-1</sup>. Based on these results, there is a significant impact of *H. armigera* on reducing tomato yield, even with low infestation, which highlights the importance of establishing the EIL and the adoption of pest monitoring aiming adequate control decision-making.

**Keywords:** Heliiothinae, IPM, insecticides, control decision, *Solanum lycopersicum*.

## Introdução

---

*Helicoverpa armigera* é amplamente distribuída na Ásia, África, Europa e Oceania (European Plant Protection Organization, 2018). Recentemente, sua ocorrência foi estendida para o continente americano, sendo detectada no Brasil (Czepak et al., 2013a; Specht et al. 2013) e Paraguai em 2013 (Senave, 2013), Argentina em 2014 (Murúa et al., 2014), Bolívia em 2015 (Kriticos et al., 2015) e no Uruguai em 2016 (Castiglioni et al., 2016). Em 2014, sua presença foi relatada em Porto Rico (North American Plant Protection Organization, 2014). Também foram feitas interceptações em portos de entrada nos Estados Unidos (Gilligan et al., 2019).

Na Espanha, *H. armigera* é considerada uma das pragas mais importantes para a cultura do tomateiro destinado ao processamento industrial (Arnó et al., 1999; Lammers; MacLeod, 2007). Na Índia, essa praga ocasionou até 35% de perda na produção de tomate (Dhandapani et al., 2003). A importância econômica de *H. armigera* nos países com ocorrência já relatada está relacionada a perdas de US\$ 2 bilhões por ano, segundo Tay et al. (2013), desconsiderando os impactos socioeconômicos e ambientais. A recente ocorrência dessa praga no Brasil e a falta de práticas de controle adequadas resultaram em grandes perdas na produção de soja, algodão, milho, feijão, sorgo e tomate (Czepak et al., 2013a, b; Ávila et al., 2013; Bueno; Sosa-Gómez, 2014). No oeste da Bahia foram estimadas perdas da ordem de US\$ 800 milhões, por produtores de soja, milho e algodão durante a safra de 2012/2013 (Bueno; Sosa-Gómez, 2014).

O potencial de *H. armigera* em causar danos severos à cadeia produtiva de tomate em seus diferentes segmentos (tomate tutorado para mesa, tomate rasteiro para mesa e para processamento industrial e produção orgânica, etc.) é preocupante, pois a cultura exige altos investimentos com pouco espaço para perdas aceitáveis de produtividade, além de apresentar questões sociais e ambientais relacionadas ao uso dos agrotóxicos. É também uma hortaliça de consumo direto, onde o risco de contaminação por resíduos de agrotóxicos gera grande preocupação aos consumidores. Nos primeiros instares larvais, *H. armigera* causa desfolha e reduz a frutificação efetiva, devido ao consumo de flores, porém, o broqueamento de frutos é o principal dano provocado por essa espécie, definindo-a como praga direta

no tomateiro (Cameron et al., 2001; Torres-Vila et al., 2003; Walker et al., 2010). Os frutos podem ser danificados desde o início da frutificação até a época de colheita. São broqueados de fora para dentro, apresentando uma ou mais perfurações irregulares de tamanho variável e galeria até a polpa. O fruto jovem quando broqueado pode ser abortado pela planta. A lagarta pode consumir todo o conteúdo interno do fruto, inviabilizando-o para o consumo *in natura* ou processamento industrial. O ataque também pode levar a deformações, à destruição parcial ou à perda total do fruto em decorrência do seu apodrecimento por microrganismos saprófitos (Walker et al., 2010; Czepak et al., 2013b; Michereff Filho et al., 2021a).

A rápida adaptação de *H. armigera* às condições brasileiras, aliada à sua alta polifagia, contribuíram para sucessivas infestações, tornando-se necessária a busca por métodos de controle eficientes (Czepak et al., 2013a). Embora diferentes táticas de controle possam ser adotadas para o manejo de *H. armigera*, predomina o uso de inseticidas químicos (Torres-Vila et al., 2000; Cameron et al., 2001), principalmente como medida emergencial de controle de espécies exóticas invasoras (Vivan et al., 2016). Contudo, o uso indiscriminado de inseticidas incide no aumento do número de aplicações por safra, elevando, conseqüentemente, o custo de produção (Michereff Filho; Michereff, 2017). Além da perda monetária, o uso abusivo dos inseticidas pode favorecer a ocorrência de surtos de pragas secundárias, o aparecimento de novas pragas, a rápida evolução de resistência a diversos ingredientes ativos em populações de *H. armigera* e a eliminação dos artrópodes benéficos (inimigos naturais e polinizadores) na lavoura (Alvi et al., 2012; Fathipour; Sedaratian, 2013; Michereff Filho; Michereff, 2017; Arthropod Pesticide Resistance Database, 2019). Assim, a racionalização do uso dos inseticidas e a redução dos efeitos negativos no agroecossistema são de extrema importância e podem ser contemplados através da adoção de sistemas de monitoramento e de parâmetros para tomada de decisão de controle, como o nível de dano econômico e o nível de controle (Torres-Vila et al., 2000, 2002; Pretty; Bharucha 2015).

O nível de dano econômico (NDE) é definido como a densidade populacional da praga ou intensidade de injúria gerada por ela capaz de causar prejuízos equivalentes ao custo da adoção dos métodos de controle (Pedigo et al., 1986; Riley, 2008). Este parâmetro é específico para cada praga e cultura

infestada em um dado ambiente, portanto, diretamente dependente de cada interação entre o herbívoro e sua planta hospedeira. Enquanto isso, o nível de controle (NC) é baseado na densidade populacional ou intensidade de injúria em que o controle deve ser iniciado para evitar que um aumento na população da praga ou injúria atinja o nível de dano econômico (Stern et al., 1959; Pedigo et al., 1986). Seguindo esses conceitos, Cameron et al. (2001) estimaram um custo de controle de aproximadamente 5% da produção de tomate, considerando uma média de quatro aplicações de inseticidas (US\$ 70,00 por hectare) para controlar *H. armigera* e um valor de safra de US\$ 6.000,00 por hectare. Segundo esses mesmos autores, 5% equivale ao prejuízo aceito pela indústria de processamento de tomate na Nova Zelândia.

A recente constatação de *H. armigera* no Brasil exigiu que os parâmetros para a tomada de decisão de controle nas lavouras fossem realizados com base nas informações de outros países (Czepak et al., 2013a; Ávila et al., 2013). Embora seja esperada baixa variabilidade na biologia e no comportamento dessa praga entre diferentes regiões (Zalucki et al., 1986; Fitt, 1989), a dinâmica populacional, a suscetibilidade do hospedeiro, o valor da cultura e os custos de controle variam e afetam diretamente os parâmetros usados para calcular o NDE e o NC. Assim, neste trabalho foram geradas estimativas numéricas do NDE e do NC para *H. armigera* em cultivo de tomateiro para processamento industrial nas condições do Planalto Central brasileiro.

## Material e Métodos

---

### Eficácia dos inseticidas

Para calcular o NDE é necessário conhecer, previamente, a eficácia da medida de controle recomendada (componente K), que no presente trabalho constitui a aplicação foliar de inseticidas químicos e biológicos. Assim, foi determinada a mortalidade das lagartas de segundo ínstar ocasionada pelos principais inseticidas utilizados para controle de *H. armigera* no Brasil. O estudo foi realizado em casa de vegetação (5 m de comprimento x 4 m de largura x 4,5 m de altura), com plantas em vaso, na Embrapa Hortaliças, Gama-DF (15° 56' S 48° 06' O). As condições durante o estudo foram as seguintes: temperatura média de  $30,3 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$ , umidade relativa do ar de  $72,5 \pm 11\%$  e fotofase de 12h.

Os indivíduos de *H. armigera* utilizados para o estabelecimento da criação e a realização do experimento originaram-se de lagartas coletadas em cultivos de tomate para processamento industrial na região de Cristalina, Goiás, cuja espécie foi previamente identificada conforme descrito por Michereff Filho et al. (2018). Lagartas recém-eclodidas foram individualizadas em copos plásticos com capacidade para 50 mL fechados com tampa de acrílico e colocados em suportes de isopor com furos apropriados. As lagartas foram criadas em dieta artificial para noctuídeos sugerida por Greene et al. (1976), com algumas modificações, conforme descrito Montezano et al. (2013) e Truzzi et al. (2019). As pupas foram separadas por sexo de acordo com Butt e Cantu (1962), desinfetadas com formol 5%, água destilada e solução de cobre 1%, respectivamente e, acondicionadas em caixas tipo Gerbox®, contendo vermiculita, até a emergência dos adultos. Em seguida, os adultos foram transferidos para gaiolas de PVC (21cm de altura e 15 cm de diâmetro), forradas internamente com papel *kraft* natural, utilizado como substrato para oviposição, sendo alimentados com solução de mel a 10%. A população de *H. armigera* (adultos e lagartas) foi mantida em sala climatizada com temperatura de  $27 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas.

A produção das mudas de tomateiro foi realizada em bandejas de isopor, de 128 células, utilizando substrato comercial para hortaliças (Bioplant®, Nova Ponte-MG) e irrigação diária. As plantas foram mantidas em casa de vegetação, desde a semeadura até o transplântio, para evitar qualquer exposição a outros insetos. Ao atingir 5-7 folhas verdadeiras as mudas foram transplantadas para vasos plásticos (5 L) preenchidos com substrato constituído por proporções iguais de solo, casca de arroz e cama de frango. A cultivar utilizada foi a Heinz-9553 (Heinz Seed, Pittsburgho, PA), que representa um dos híbridos mais plantados no Brasil (Luz et al., 2016).

Foram avaliados quatro inseticidas rotineiramente utilizados para o controle de *H. armigera* em diversas culturas (Tabela 1), além de uma testemunha (tratamento controle), que foi tratada apenas com água. Ao atingir 30 dias após o florescimento, as plantas receberam pulverização até o ponto de escorrimento da calda (50 mL de calda/planta), empregando um pulverizador de pressão acumulada (Guarany®, capacidade de 1,25 L). Em seguida, lagartas de segundo ínstar foram confinadas junto a frutos verdes (5 cm de diâmetro), com auxílio de sacos de tecido de *voile* (10 x 15 cm). A unidade experimental foi constituída por uma gaiola de tecido contendo duas lagartas. Foram instaladas 30 gaiolas (repetições), totalizando 60 lagartas por tratamento.

A mortalidade das lagartas foi avaliada após três, sete e 10 dias da pulverização e seu confinamento sobre as plantas, de acordo com o tempo de ação dos produtos testados. Os inseticidas clorfenapir e flubendiamida foram avaliados após 3 e 7 dias, respectivamente. Para tratamentos com *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* (Bta) e baculovírus *Helicoverpa* (*Helicoverpa armigera nucleopolyhedrovirus* – HaNPV), as avaliações foram mantidas até 10 dias após o início da exposição larval.

A mortalidade acumulada nos tratamentos inseticidas foi corrigida a partir da mortalidade natural observada na testemunha, utilizando-se a fórmula de Schneider-Orelli (Püntener, 1981). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), empregando-se o PROC GLM do software SAS (SAS Institute, 2002). A mortalidade acima de 80% foi usada como referência para a seleção dos ingredientes ativos mais eficazes contra *H. armigera*, pois é o nível mínimo exigido para registro de um inseticida no Brasil (BRASIL, 2018).

**Tabela 1.** Inseticidas e dosagens utilizadas no experimento em casa de vegetação para determinar a porcentagem de mortalidade de lagartas de *Helicoverpa armigera*, que representa o componente K da fórmula de Nível de Dano Econômico (NDE).

Inseticidas	Formulação	Grupo químico	Produto comercial (p.c.)	Dose do p.c. (mL ou g ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i> (Bta), estirpe GC 91	WP	Biológico	Agree® (Biocontrole, São Paulo, Brasil)	750,0
Clorfenapir	SC	Análogo de pirazol	Pirate® (BASF Corporation, Ludwigshafen am Rhein, Alemanha)	1.200,0
Flubendiamida	SC	Diamida do ácido ftálico	Belt® (Bayer CropScience, Leverkusen, Alemanha)	125,0
<i>Helicoverpa armigera</i> Nucleopolyhedrovirus – HaNPV (baculovírus)	SC	Biológico	Diplomata-K® (Koopert do Brasil Holding Ltda, São Paulo, Brasil)	200,0

<sup>1</sup>Agrofit: consulta aberta. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acessado em: 10/10/2018

## Estimativas do Nível de Dano Econômico (NDE) e do Nível de Controle (NC)

O NDE foi calculado com base nos procedimentos descritos por Pedigo et al. (1986), a partir da seguinte fórmula:

$$\text{NDE} = C / \text{VIDK}$$

onde: C = custo de controle por unidade de área (R\$ hectare<sup>-1</sup>), V = valor de mercado por unidade de produção de tomate industrial (R\$ hectare<sup>-1</sup>), I = unidade de injúria por inseto por unidade de produção, D = dano por unidade de injúria, K = proporção esperada de redução da população ou da intensidade de injúria pela aplicação de inseticidas químicos e/ou biológicos previamente testados contra a praga (Pedigo; Higley, 1992).

Como o foco deste trabalho foi o dano direto associado ao broqueamento de frutos por lagartas de *H. armigera*, os parâmetros D e I foram substituídos por *b*, que correspondeu ao coeficiente angular (ou de inclinação) da regressão linear da perda de produção (kg de frutos metro linear<sup>-1</sup>) em função da densidade larval ( $y = a + bx$ ); onde, *a* = intercepto; *b* = coeficiente angular ou de inclinação da reta, que representa a redução da produção (kg metro linear<sup>-1</sup>) por uma lagarta metro linear<sup>-1</sup>, ou seja, a função de dano e, *x* = número de lagartas (indivíduos metro linear<sup>-1</sup>). Assim, a fórmula original  $\text{NDE} = C/\text{VIDK}$  foi modificada para  $\text{NDE} = C/VbK$ .

Os valores de *b* para as safras de 2017 e 2018 foram previamente gerados a partir de estudo realizado por Michereff Filho et al. (2021a), envolvendo diferentes densidades de lagartas (0 = testemunha, 1, 3, 6, 12, 24 e 48 lagartas metro linear<sup>-1</sup>) e a cultivar Heinz-9553, em gaiolas de campo (6 m de comprimento x 3 m de largura x 2 m de altura) na Embrapa Hortaliças.

O levantamento do custo de controle (C) foi realizado com base nos preços dos inseticidas (testados no presente trabalho) a partir de cotações em casas agropecuárias no município de Cristalina-GO em junho de 2018, acrescido do custo médio da operação de aplicação. O cálculo de gasto com inseticida foi efetuado considerando-se uma única pulverização. O preço médio pago por cada inseticida (com eficácia superior a 80%) foi multiplicado pela unidade de área tratada (1 ha) e a dose máxima recomendada (L ou Kg ha<sup>-1</sup>) na bula do fabricante. Para o custo de aplicação considerou-se a utilização do

pulverizador autopropelido (John Deere 4730), a depreciação do equipamento ao longo do tempo, o combustível e o valor pago ao operador. Esses dados foram obtidos em parceria com os técnicos e produtores envolvidos na cadeia produtiva de tomate para processamento industrial da região Centro-Oeste do Brasil (valores vigentes em 2018).

O valor de mercado do tomate para processamento industrial (V) foi estimado a partir dos valores comercializados para a tonelada de frutos colhidos (AGRIANUAL 2017, Instituto para o Fortalecimento da Agropecuária de Goiás, 2018). Neste contexto, foram considerados três cenários de cotação do valor de mercado aplicados pela indústria de processamento: baixo (R\$ 180,00 t<sup>-1</sup>), médio (R\$ 200,00 t<sup>-1</sup>) e alto (R\$ 220,00 t<sup>-1</sup>). Para as estimativas de V, esses valores foram multiplicados pela produtividade média regional de 85 toneladas por hectare (AGRIANUAL, 2017).

A taxa de redução da população da praga-alvo (K) foi determinada com base nos resultados de mortalidade de lagartas de segundo ínstar em tomateiro obtidos no estudo de eficiência dos inseticidas recomendados para *H. armigera*. Como foram selecionados somente aqueles ingredientes ativos que propiciaram taxas de mortalidade superiores a 80%, adotou-se K= 0,9.

O NC foi considerado como 20% abaixo do nível de dano econômico, uma vez que, as medidas de controle devem ser realizadas antes da população da praga atingir o NDE (Pedigo et al., 1986; Mujica; Kroschel, 2013).

## Resultados e Discussão

---

### Eficácia dos inseticidas

Todos os produtos testados ocasionaram mortalidade corrigida superior a 87% em lagartas de *H. armigera* de segundo ínstar mantidas em plantas de tomateiro (Tabela 2). Os inseticidas flubendiamida e *B. thuringiensis* subsp. *aizawai* (Bta) causaram mortalidade de 87,8% e 96,5%, enquanto clorfenapir e o baculovirus HaNPV mostraram valores intermediários, de 95,7% e 91,3%, respectivamente. Apesar dessa variação nos níveis de mortalidade corrigida, a análise de variância não detectou diferença significativa ( $P = 0,476$ ) entre os inseticidas. Portanto, todos os quatro produtos foram considerados nos cálculos envolvendo os componentes C e K da fórmula do NDE.



**Tabela 2.** Valores médios da mortalidade corrigida ( $\pm$  EP) de lagartas de *Helicoverpa armigera*, aos 10 dias do confinamento, em plantas cultivadas em casa de vegetação e pulverizadas com diferentes inseticidas.

Inseticidas	n <sup>1</sup>	Mortalidade (%) <sup>2</sup>
Bta	60	96,5 $\pm$ 3,48 a
Clorfenapir	48	95,7 $\pm$ 4,25 a
Flubendiamida	60	87,8 $\pm$ 5,41 a
HaNPV	60	91,3 $\pm$ 4,39 a

<sup>1</sup>Número de insetos testados.

<sup>2</sup>Mortalidade corrigida através da fórmula de Schneider-Orelli (Püntener, 1981). Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Um fator relevante para o cálculo do NDE é a eficácia dos inseticidas recomendados (Stern et al., 1959; Higley; Pedigo, 1992), embora desprezado em vários trabalhos. O componente K da fórmula de Pedigo et al. (1986), ou seja, o dano evitado pela aplicação oportuna da tática de manejo, pode alterar significativamente os valores encontrados para o NDE. Assim, menor eficiência do inseticida pode resultar em maior perda e, conseqüentemente, menor nível de dano econômico tolerável (Higley; Pedigo, 1992; Naranjo et al., 1996). Neste estudo, contudo, a exposição de lagartas aos inseticidas testados resultou em mortalidades acima de 87%, confirmando sua eficácia sobre *H. armigera* e, conseqüentemente, seu potencial de emprego na determinação do NDE. Os produtos biológicos Bta e HaNPV apresentaram eficiência no controle da praga, com recomendações para outras culturas além do tomateiro, como a soja e o algodoeiro (Moore et al., 2004; Yang et al., 2013; Arrizubieta et al., 2016; Kuss et al., 2016). Vale salientar que a mortalidade acumulada das lagartas após a exposição ao HaNPV atingiu o máximo aos 10 dias. Esse resultado advém do modo de ação do vírus, pois após a ingestão, as cápsulas proteicas do HaNPV se dissolvem e liberam virions que entram em contato com o núcleo das células do intestino médio das lagartas. As células infectadas multiplicam os virions, que são liberados e infectam novas células até espalharem-se por todo o corpo do hospedeiro (Granados, 1980). A morte das lagartas ocorre em torno de sete dias após o contato com o vírus (Arrizubieta et al., 2016; Castro et al., 2020). Todos os demais produtos, exceto o Bta, que possui também modo de ação semelhante

ao do baculovírus, quanto ao tempo de ação (Monnerat et al., 2020), foram de ação rápida, apresentado mortalidade larval acima de 80%, entre 48 e 120h. Vivan et al. (2016) obtiveram resultados semelhantes ao presente trabalho, empregando dieta contaminada com inseticidas sintéticos e biológicos na mortalidade de lagartas de *H. armigera*. Os resultados de mortalidade mostrados nesse estudo estão em conformidade com outros trabalhos sobre controle de *H. armigera*, como os de Chatterjee e Mondal (2012), Abbas et al. (2015) e Kuss et al. (2016).

### Estimativas do Nível de Dano Econômico (NDE) e do Nível de Controle (NC)

O custo de controle (componente C da fórmula do NDE) para *H. armigera* em tomate para processamento industrial, considerando uma aplicação terrestre com um pulverizador autopropelido e o valor médio dos inseticidas testados, foi de R\$ 145,34 ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). Deste custo, 15,5% foram relacionados aos valores operacionais (combustível, depreciação do equipamento e operador) e o valor remanescente, de 84,5% refere-se ao gasto com inseticida. O valor do custo de controle obtido foi maior para o inseticida clorfenapir e menor para o inseticida biológico a base de *B. thuringiensis* (Bta). Apesar do inseticida clorfenapir ser de menor valor comercial por unidade de área, comparado aos demais produtos avaliados, a alta dosagem recomendada (1.200 mL ha<sup>-1</sup>) requer aquisição de maior quantidade de produto (Tabela 3).

**Tabela 3.** Estimativa do custo por hectare para o controle (C) de *Helicoverpa armigera* em tomateiro para processamento industrial em Cristalina, Goiás, Brasil, 2018.

Inseticidas	Dosagem utilizada (mL ou g p.c. ha <sup>-1</sup> )	Custo do inseticida em uma aplicação (R\$ ha <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	Custo da aplicação (R\$ ha <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	Custo do inseticida + aplicação (R\$ ha <sup>-1</sup> )
Bta	750	75,00	22,50	97,53
Clorfenapir	1200	168,00	22,50	190,53
Flubendiamida	125	98,20	22,50	120,78
HaNPV	200	150,00	22,50	172,53
Média	-	122,81	22,50	145,34

<sup>1</sup>Valor correspondente ao preço médio de cada inseticida testado, a partir de cotações realizadas no município de Cristalina-GO, em 2018.

<sup>2</sup>Valor correspondente ao custo operacional (combustível, depreciação do equipamento e salário do operador) estimado para o cultivo de tomateiro para processamento industrial na região Centro-Oeste do Brasil, em 2018.

O custo de controle (C) é um parâmetro variável, pois depende do custo de aplicação, da quantidade e do valor dos inseticidas a serem aplicados (Pedigo et al., 1986; Higley; Pedigo, 1992), os quais podem diferir regionalmente. Durante o período de florescimento até a colheita do tomate podem ser realizadas, em média, sete aplicações de inseticidas para o controle de *H. armigera*. Desta forma, o custo de controle pode chegar a 5% do custo de produção do tomate para processamento industrial na região Centro-Oeste brasileira. Portanto, a decisão de controlar a praga deve considerar as variáveis de definição do custo de controle, as quais mostram comportamento dinâmico em razão da variação temporal nos preços dos insumos.

Os valores de produção de tomate (componente V da fórmula do NDE), considerando a produtividade de 85 toneladas por hectare, variaram de R\$ 15.300,00 a R\$ 18.700,00 para os três possíveis cenários de mercado (valor baixo, médio e alta) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Índice de valor de mercado, preço do tomate, produtividade média e valor da produção (V) do tomate para processamento industrial em Cristalina, Goiás, Brasil, 2018.

Valor de mercado	Preço do tomate (R\$ t <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	Produtividade média (t ha <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	Valor da produção (R\$ ha <sup>-1</sup> ) <sup>3</sup>
Baixo	180,00	85,0	15.300,00
Médio	200,00	85,0	17.000,00
Alto	220,00	85,0	18.700,00

<sup>1</sup>Valor médio pago ao produtor pelas indústrias de processamento de tomate no estado de Goiás, considerando a variação na cotação da tonelada de tomate na safra de 2018.

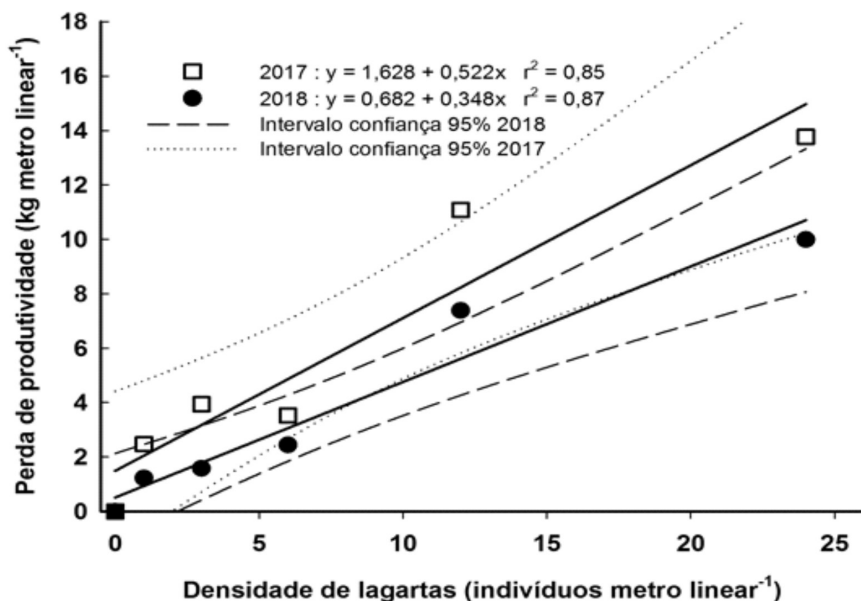
<sup>2</sup>Estimativa de produtividade no polo de produção de tomate para processamento industrial do estado de Goiás (AGRANUAL, 2017; Instituto para o Fortalecimento da Agropecuária de Goiás, 2018).

<sup>3</sup>Valor da produção = preço da tonelada de frutos de tomate industrial x produtividade média regional.

A partir de resultados obtidos por Michereff Filho et al. (2021), gerou-se um gráfico com as respectivas equações de regressão linear da relação entre a perda de produtividade (kg metro linear<sup>-1</sup>) de tomate para processamento industrial e a densidade populacional de lagartas (indivíduos metro linear<sup>-1</sup>) de *H. armigera*, os quais estão representados na Figura 1. Estas equações forneceram a função de dano. Com base no coeficiente angular “b” do modelo de regressão ajustado para a perda de produtividade de tomate industrial em função da densidade larval, a proporção de perda por lagarta

de *H. armigera* foi estimada em 0,522 kg e 0,348 kg no peso total de frutos produzidos por metro linear de cultivo, durante as safras de 2017 e 2018, respectivamente. Estes resultados foram reflexo da variação na severidade de injúria ocasionada pelas lagartas de *H. armigera* e na produtividade de tomate industrial ao longo das safras avaliadas (Michereff Filho et al., 2020). No presente estudo, a variação nesses componentes de produção e perdas foi considerada na estimativa do NDE.

Considerando os valores da cultura (V) em baixa, média e alta cotação no mercado de tomate industrial, os valores de NDE para a safra de 2017 foram determinados como 1,41, 1,55 e 1,72 lagartas metro linear<sup>-1</sup> de cultivo, respectivamente. Assim, os valores obtidos para o NC variaram de 1,12 a 1,37 lagartas metro linear<sup>-1</sup>, para os três cenários de mercado do tomate (Tabela 5). Já em 2018 os valores de NDE foram de 2,58, 2,32 e 2,11 lagartas metro linear<sup>-1</sup>, respectivamente para baixo, médio e alto valor do tomate industrial.



**Figura 1.** Relação entre a perda média de produtividade (kg metro linear<sup>-1</sup>) de tomate para processamento industrial e a densidade populacional de lagartas (indivíduos metro linear<sup>-1</sup>) de *Helicoverpa armigera*, mediante infestação artificial, durante as safras de 2017 e 2018. Gama, Distrito Federal, 2017-2018. Resultados extraídos de Michereff Filho et al. (2021).

**Tabela 5.** Nível de dano econômico (NDE) e nível de controle (NC) calculados a partir da relação linear entre a densidade de lagartas por metro linear de cultivo, a perda na produtividade (kg por metro linear) e três cenários de valor de mercado (cotação) da produção de tomate para processamento industrial, no estado de Goiás, Brasil, para as safras de 2017 e 2018.

Período do cultivo	NDE (NC) Número médio de lagartas metro linear <sup>1</sup>		
	Baixa <sup>1</sup>	Mediana	Alta
Safra 2017	1,72 (1,37) <sup>2</sup>	1,55 (1,24)	1,41 (1,12)
Safra 2018	2,58 (2,06)	2,32 (1,86)	2,11 (1,69)

<sup>1</sup>Valor recebido pelo produtor na comercialização de tomate para processamento industrial, baixo (R\$ 180,00 t<sup>-1</sup>), médio (R\$ 200,00 t<sup>-1</sup>) e alto (R\$ 220,00 t<sup>-1</sup>).

<sup>2</sup>Valores entre parênteses correspondem às estimativas do nível de controle (NC).

Por sua vez, o NC em 2018 variou de 1,69 a 2,06 lagartas metro linear<sup>1</sup>. Notadamente, verificou-se que os valores de NDE / NC mais baixos resultaram do aumento do valor de mercado da cultura e o oposto é verdadeiro quando o potencial de perdas pela infestação da praga diminui, como ocorrido no componente *b* entre 2017 e 2018, ou ainda quando o custo de controle aumenta.

A relevância econômica de *H. armigera* para a produção de tomate industrial e para qualquer outra cultura, onde as lagartas atacam os frutos, também é potencializada pela voracidade larval. A preferência das lagartas por estruturas reprodutivas (flores e frutos) e a tendência de atacar diversos frutos de tomate antes de completar o desenvolvimento larval (Saour; Causse, 1996), reduzem significativamente a produtividade e a qualidade do tomate destinado à indústria de processamento, mesmo em baixas infestações (Zalucki et al., 1986; Torres-Vila et al., 2003; Michereff Filho et al., 2021). Portanto, o monitoramento da lavoura de tomateiro deve ser realizado para o estabelecimento do momento ideal de controle de *H. armigera*. A adoção dos métodos de controle deve ser tomada quando há justificativa, ou seja, a partir do NC, reduzindo gastos desnecessários para os produtores. Contudo, a ação de controle deve ser rápida devido ao intervalo necessário para o inseticida eliminar a praga, evitando que a manutenção de indivíduos e/ou o aumento da densidade populacional da praga cause prejuízos.

Presume-se que os valores de NDE e NC propostos neste estudo abordaram adequadamente as relações de custo-benefício em diferentes cenários da produção de tomate industrial no Cerrado brasileiro e poderão promover uma redução dos impactos negativos (efeitos colaterais) da aplicação de inseticidas no agroecossistema, conforme preconizado pelo MIP. Novos estudos serão realizados para validar o NDE e o NC determinados neste trabalho, visando ampliar sua adoção entre os produtores. A validação de campo, usando diferentes cultivares e lavouras de tomateiro para processamento industrial em várias regiões produtoras, garantirá o aprimoramento da tomada de decisão para controle de *H. armigera*. Espera-se que o emprego do NDE ou NC juntamente com a seleção criteriosa de inseticidas propiciem maior lucratividade à cultura e contribuam efetivamente para preservação do meio ambiente e da saúde humana, os quais são os principais objetivos de um programa de manejo integrado de pragas delineado especialmente para a produção sustentável de alimentos de alta qualidade.

## Conclusões

---

- Os inseticidas a base de *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*, baculovirus HaNPV, clorfenapir e flubendiamida são eficazes contra lagartas de segundo ínstar de *H. armigera* em tomateiro.
- O nível de dano econômico (NDE) pode ser variável conforme o cenário vigente, pois está positivamente relacionado ao custo de controle (C) e negativamente com a eficiência de controle (K), o potencial de perda ocasionado pela praga ( $I \times D$  ou parâmetro  $b$ ) e o valor da cultura (V), o qual é determinado pelo preço da tonelada de tomate pago pela indústria de processamento e a produtividade do cultivo.
- A redução na produção de tomate industrial causada por uma lagarta metro linear<sup>-1</sup> de *H. armigera* está estimada entre 0,348 kg e 0,522 kg metro linear<sup>-1</sup> de cultivo.
- A partir deste potencial de dano, o NDE para *H. armigera* em cultivo de tomate industrial, com base na densidade populacional da praga, está estimado entre 1,41 a 2,58 lagartas metro linear<sup>-1</sup>, considerando o custo médio de controle de R\$ 145,00 ha<sup>-1</sup>, a eficiência de controle de 90% e o

valor da safra de tomate entre R\$ 15.300,00 e R\$ 18.700,00 ha<sup>-1</sup>. Isto permite determinar que medidas de controle devem ser adotadas (nível de controle – NC) quando forem detectadas entre 1,12 e 2,06 lagartas metro linear<sup>-1</sup>, conforme as condições da safra avaliada.

## Agradecimentos

A todos estagiários e bolsistas do Laboratório de Entomologia da Embrapa Hortaliças, que contribuíram nas atividades de campo e laboratório. Ao funcionário Moises Lopes Fernandes, da Embrapa Hortaliças, pelo auxílio nos trabalhos desenvolvidos. À Embrapa (Macroprograma 2; Projeto *Helicoverpa armigera* - subsídios para o manejo integrado e da resistência a inseticidas e tecnologia de plantas Bt, com ênfase em paisagens agrícolas do Cerrado; 02.13.14.006.00.00) pelo suporte financeiro.

## Referências

---

- ABBAS, G.; HASSAN, N.; FARHAN, M.; HAQ, I.; KARAR, H. Effect of selected insecticides on *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato (*Lycopersicon esculentum* Miller) and their successful management. **Advances in Entomology**, v. 3, n. 1, p.1623, 2015.
- AGRIANUAL 2017: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, out. 2017. 472 p.
- AGROFIT. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acesso em: 20 out. 2018.
- ALVI, A. H. K.; SAYYED, A. H.; NAEEM, M.; ALI, M. Field evolved resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to *Bacillus thuringiensis* toxin Cry1Ac in Pakistan. **PLOS One**, v. 7, n. 10, 2012. e47309. DOI: 10.1371/journal.pone.0047309
- ARNÓ, J.; GABARRA, R.; ROIG, J.; FOSCH, T.; BIECHE, B. J. Integrated pest management for processing tomatoes in the Ebro Delta (Spain). **Acta Horticulturae**, v. 487, p. 207-211, 1999.
- ARRIZUBIETA, M.; SIMÓN, O.; WILLIAMS, T.; CABALLERO, P. Determinant factors in the production of a co-occluded binary mixture of *Helicoverpa armigera* Alphabaculovirus (HearNPV) genotypes with desirable insecticidal characteristics. **PLOS One**, v. 11, n. 10, 2016. e0164486. DOI:10.1371/journal.pone.0164486
- ARTHROPOD PESTICIDE RESISTANCE DATABASE. Michigan State University: IRAC. Disponível em: <http://www.pesticideresistance.org/display.php?page=species&arId=41> Acesso em: 03 mai. 2019.

ÁVILA, J. C.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular Técnica, 23). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/963341>. Acesso em: 01 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de procedimentos para registro de agrotóxicos**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/arquivos/manual-de-procedimentos-para-registro-de-agrotoxicos.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2018.

BUENO, A. F.; SOSA-GOMÉZ, D. R. The Old world bollworm in the Neotropical region: the experience of Brazilian growers with *Helicoverpa armigera*. **Outlooks on Pest Management**, v. 25, n. 4, p. 261-264, Aug. 2014.

BUTT, B. A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. [Washington]: USDA, 1962. 7 p. (USDA. ARS-33-75).

CAMERON, P. J.; WALKER, G. P.; HERMAN, T. J. B.; WALLACE, A. R. Development of economic thresholds and monitoring systems for *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 5, p. 1104-1112, 2001.

CASTIGLIONI, E.; PERINI, C. R.; CHIARAVALLE, W.; ARNEMANN, J. A.; UGALDE, G.; GUEDES, J. V. C. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja, em Uruguai. **Agrociencia Uruguay**, v. 20, n. 1, p. 31-35, Enero/Junio, 2016.

CASTRO, M. L. B. DE; RIBEIRO, B. M.; CRAVEIRO, S. R.; INGLIS, P. W.; VALICENTE, F. H. Controle de artrópodes-praga com vírus entomopatogênicos. In: FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. (ed.). **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 8, p. 237-273.

CHATTERJEE, M. L.; MONDAL, S. Sustainable management of key lepidopteran insect pests of vegetables. **Acta Horticulturae**, v. 958, p. 147153, 2012.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C.; VIVAN, L.M.; GUIMARÃES, H. O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110-113, Jan./Mar. 2013a.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; MARTINS, J. P. T.; ORTEGA, M. A.; LOMBARDI, L. F. M.; SOUSA, N. R. A.; MORAIS, L. S.; BARROS, L. S. Potencial devastador. **Cultivar HF**, v. 2, p. 3-7, fev. 2013b.

DHANDAPANI, N. U.; SHEKHAR, R.; MURUGAN, M. Bio-intensive pest management (BIPM) in major vegetable crops: an Indian perspective. **Journal of Food, Agriculture and Environmental**, v. 1, p. 333-339, 2003.

EUROPEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. *Helicoverpa armigera*. Paris. Disponível em: <https://gd.eppo.int/taxon/HELIAR/distribution>. Acesso em: 20 jun. 2018.



FATHIPOUR, Y.; SEDARATIAN, A. Integrated management of *Helicoverpa armigera* in soybean cropping systems. In: ELSHEMY, H. A. (ed.). **Soybean: pest resistance**. Cairo: InTeOpP, cap. 9, p. 231-280, 2013. <http://dx.doi.org/10.5772/54522>

FITT, G. P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, v. 34, n. 1, p. 17-52, 1989.

GRANADOS, R. R. Infectivity and mode of action of Baculoviruses. **Biotechnology and Bioengineering**, v. 22, p. 1377-1405, 1980.

GREENE, G. L.; LEPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar (Lepidoptera, Noctuidae) rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, p. 487-488, 1976.

GILLIGAN, T. M.; GOLDSTEIN, P. Z.; TIMM, A. E.; FARRIS, R.; LEDEZMA, L.; CUNNINGHAM, A. P. Identification of *Heliothis* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae intercepted at U.S. Ports of entry from the New World. **Journal of Economic Entomology**, v. 112, n. 2, p. 603-615, 2019.

INSTITUTO PARA O FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA DE GOIÁS. **Estimativa de custo de produção, tomate industrial**. 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/e14105/Downloads/Estimativa%20de%20Custo%20de%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20-%20Tomate%20ind%C3%BAria.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2018.

KRITICOS, D. J.; OTA, N.; HUTCHISON, W. D.; BEDDOW, J.; WALSH, T.; TAY, W. T.; BORCHERT, D. M.; PAULA-MOREAS, S. V.; CZEPAK, C.; ZALUCKI, M. P. The potential distribution of invading *Helicoverpa armigera* in North America: Is it just a matter of time? **PLOSOne**, v. 10, n. 7, 2015. e0119618. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133224>

KUSS, C. C.; KUSS-ROGGIA, R. C. R.; BASSO, C. J.; OLIVEIRA, M. C. N.; CASTRO PIAS, O. H.; ROGGIA, S. Controle de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) em soja com inseticidas químicos e biológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 527-536, 2016.

LAMMERS, J.; MACLEOD, A. Report of a pest risk analysis: *Helicoverpa armigera* (Hübner 1808). **Plant Protection Service (NL) and Central Science laboratory (UK)**, 2007. 18 p. Disponível em: <https://secure.fera.defra.gov.uk/phiw/riskRegister/downloadExternalPrcfm?id=3879>. Acesso em: 21 jun. 2019.

LUZ, J. M. Q.; BITTAR, C. A.; OLIVEIRA, R. C.; NASCIMENTO, A. R.; NOGUEIRA, A. P. O. Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 483-490, 2016.

MICHEREFF FILHO, M.; MICHEREFF, M. F. F. Controle de pragas na agricultura brasileira: estamos no rumo da sustentabilidade? In: LOPES, C. A.; PEDROSO, M. T. M. (Ed.). **Sustentabilidade e horticultura no Brasil: da retórica à prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 287-315. (Embrapa-DPD. Texto para discussão, 47). Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1077157>. Acesso em: 01 jun. 2018.

MICHEREFF FILHO, M.; BOITEUX, M. E. N. F.; BOITEUX, L.; SPECHT, A.; MOITA, A. W.; SILVA, K. F. A.; SILVA, P. S.; SOUSA, N. C. M. **Levantamento de espécies de noctuídeos**

**em cultivos de tomateiro no Brasil.** Brasília, Embrapa Hortaliças, 2018. 36 p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 159). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/>. Acesso em: 01 jul. 2020.

MICHEREFF FILHO, M.; SOUSA, N. C. M.; BOITEUX, M. E. N. F.; SILVA, P. S.; SILVA, P. A.; SILVA, K. F. A. S.; MOITA, A. W.; SPECHT, A.; TORRES, J. B. **Perdas causadas por *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomate para processamento industrial.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021. 30p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 226). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223990/1/BPD-226-22jun2021.pdf>

MOORE, S. D.; PITTAWAY, T.; BOUWER, G.; FOURIE, J. G. Evaluation of *Helicoverpa armigera* Nucleopolyhedrovirus (HearNPV) for Control of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on Citrus in South Africa. **Biocontrol Science and Technology**, v. 14, n.3, p. 239-250, 2004.

MONNERAT, R. G.; QUEIROZ, P. R. M.; MARTINS, E. S.; PRAÇA, L. B.; SOARES, C. M. S. Controle de artrópodes-praga com bactérias entomopatogênicas. In: FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. (ed.). **Controle biológico de pragas da agricultura.** Brasília, DF: Embrapa, 2020. cap. 6, p. 167-200.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; BORTOLIN, T. M.; FRONZA, E.; PEZZI, P.; LUZ, P. C.; BARROS, N. M. Immature stages of *Spodoptera albulu* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae): developmental parameters and host plants. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 1, p. 271-284, Mar. 2013.

MUJICA, N.; KROSCHER, J. Pest intensity-crop loss relationships for the leafminer fly *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in different potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. **Crop Protection**, v. 47, p. 6-16, 2013.

MURÚA, M. G.; SCALORA, F.S.; NAVARRO, F.R.; CAZADO, L.E.; CASMUZ, A.; VILLAGRÁN, M.E.; GASTAMINZA, G. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 854-856, 2014.

NORTH AMERICAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. Detection of Old World Bollworm (*Helicoverpa armigera*) in Puerto Rico. 2014. Disponível em: <http://www.pestalert.org/oprDetail.cfm?oprID=600>. Acesso em: 04 mai. 2019.

NARANJO, S. E.; CHU, C. C.; HENNEBERRY, T. J. Economic injury levels for *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton: impact of crop price, control costs, and efficacy of control. **Crop Protection**, v. 15, p. 779-788, 1996.

PEDIGO, L. P.; HUTCHINS, S. H.; HIGLEY, L. G. Economic injury levels in theory and practice. **Annual Review of Entomology**, v. 31, p. 341-68, 1986.

PEDIGO, L. P.; HIGLEY, L. G. A. New perspective of the economic injury level concept and environmental quality. **American Entomologist**, v. 38, p. 12-21, 1992.

PRETTY, J.; BHARUCHA, Z. P. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. **Insects**, v. 6, n. 1, p. 152-182, 2015.

PÜNTENER, W. **Manual for field trials in plant protection**. Basle: Ciba-Geigy, 1981. 205 p.

RILEY, D. G. Economic injury level (EIL) and economic threshold (ET) concepts in pest management. In: CAPINERA, J. E. (ed.). **Encyclopedia of Entomology**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 1282-1286.

SAOUR, G.; CAUSSE, R. Comportement alimentaire des chenilles d'*Helicoverpa armigera* Hbn. (Lep., Noctuidae) sur tomate cultivée sous serre. **Journal of Applied Entomology**, v. 120, p. 87-92, 1996.

SAS Institute. **The SAS System**, version 9.00. Cary: SAS Institute, 2002.

SENAVE em alerta tras ingreso de peligrosa plaga agrícola. 2013. Disponível em: <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/senave-en-alerta-tras-ingreso-de-peligrosa-plaga-agricola-629240.html>. Acesso em: 20 jun. 2018.

SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; PAULA-MORAES, S. V.; YANO, S. A. C. Identificação morfológica e molecular de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) e ampliação de seu registro de ocorrência no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 689-692, 2013.

STERN, V. M.; SMITH, R. F.; van den BOSCH, R.; HAGEN, K. S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v. 29, p. 81-101, 1959.

TAY, W.T.; SORIA, M.F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G.T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave new world for an old-world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **PLOS ONE**, v. 8, n. 11, 2013. e80134.DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080134>.

TORRES-VILA, L. M.; RODRÍGUEZ-MOLINA, M.C.; PALO, E.; DEL ESTAL, E.; LACASA, A. El complejo parasitario larvario de *Helicoverpa armigera* Hübner sobre tomate en las Vegas del Guadiana (Extremadura). **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 26, p. 323-333, 2000.

TORRES-VILA, L.M.; RODRIGUEZ-MOLINA, M. C.; LACASA-PLASENCIA, A.; BIELZA-LINO, P.; RODRIGUEZ DEL RINCION, A. Pyrethroid resistance of *Helicoverpa armigera* in Spain: current status and agroecological perspective. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, v. 93, p 55-66, 2002.

TORRES-VILA, L. M.; RODRIGUEZ-MOLINA, M. C.; LACASA-PLASENCIA, A. Impact of *Helicoverpa armigera* larval density and crop phenology on yield and quality losses in processing tomato: developing fruit count-based damage thresholds for IPM decision-making. **Crop Protection**, v. 22, n. 3, p. 521-532, 2003.

TRUZI, C. C.; HOLZHAUSEN, H. G.; ÁLVARO, J. C.; LAURENTIS, V. L.; VIEIRA, N. F.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, S. A. Food consumption utilization, and life history parameters of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) reared on diets of varying protein level. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 1, p. 1-7, 2019.

VIVAN, L. M.; TORRES, J. B.; FERNANDES, P. L. S. Activity of selected formulated biorational and synthetic insecticides against larvae of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae).

**Journal of Economic Entomology**, v. 101, p. 118–126, 2016.

WALKER, G. P.; HERMAN, T. J.; KALE, A. J.; WALLACE, A. R. An adjustable action threshold using larval parasitism of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in IPM for processing tomatoes. **Biological Control**, v. 52, n. 1, p. 30-36, 2010.

YANG, Y.; LI, Y.; WU, Y. Current status of insecticide resistance in *Helicoverpa armigera* after 15 years of Bt cotton planting in China. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, p. 375-381, 2013.

ZALUCKI, M. P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, S.; TWINE, P. H. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *Heliothis punctigera* Wallengren (Lepidoptera, Noctuidae) in Australia - what do we know? **Australian Journal of Zoology**, v. 34, n. 6, p. 779-814, 1986.





CGPE 017321

